

Системы технического зрения

ВВЕДЕНИЕ

Состав курса

Элементы теории алгоритмов

- Общее представление о решении вычислительных задач на ЭВМ
- Некоторые алгоритмы линейной алгебры, интегрирование дифференциальных уравнений
- Реализация изученных алгоритмов на языке C++
- 3 «лабораторных» работы

Элементы технического зрения

- Основные понятия компьютерного зрения
- Методы улучшения изображения
- Методы поиска элементов на изображении
- Основы фреймворка OpenCV
- 2 «лабораторных работы»

Как получить зачёт?

Практическая часть

- Самостоятельно написать 5 «лабораторных» программ
- Ответить на контрольные вопросы

Теоретическая часть

- 1 вопрос по численным методам и алгоритмам
- 1 вопрос по техническому зрению

Пример задачи – навигация группы АНПА

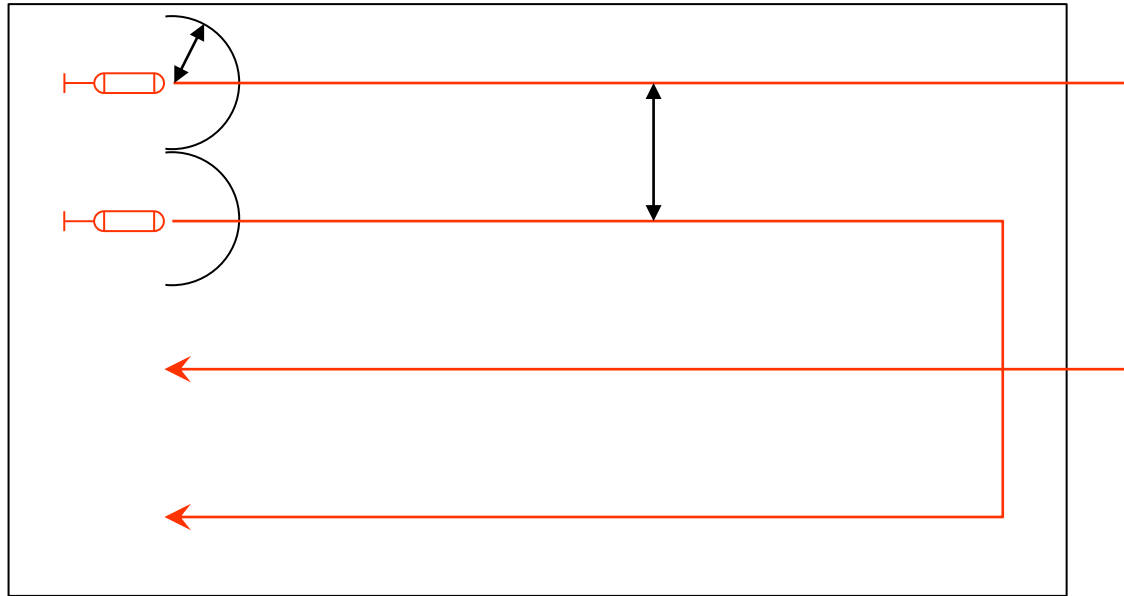


Решение поисковых и осмотровых задач

Совместная работа нескольких АНПА

Необходимость решения задачи совместной навигации

Пример задачи – навигация группы АНПА



У каждого АНПА – ограниченная область поиска

Нельзя допускать пропуски при обследовании акватории

Чересчур большое перекрытие – увеличение времени обследования

Пример задачи – навигация группы АНПА

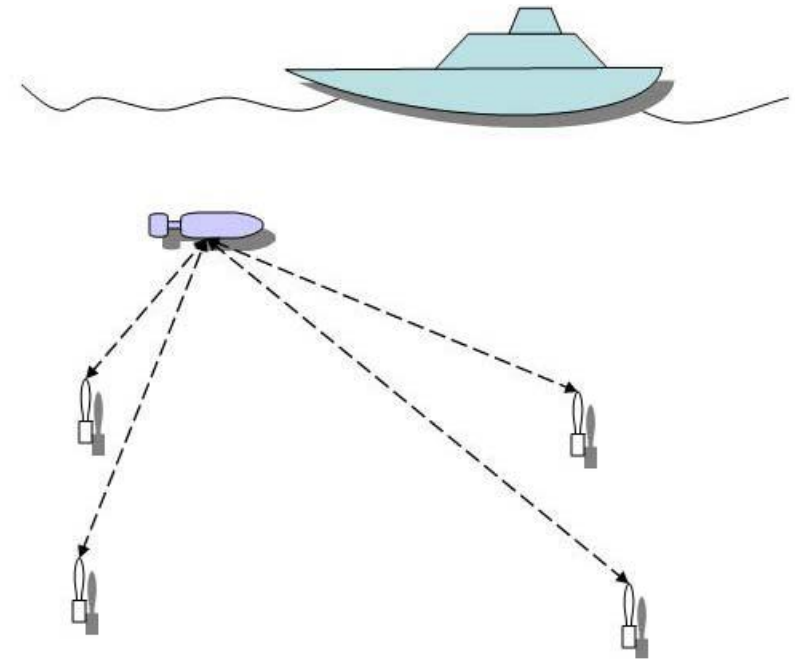
Как можно обеспечить требуемую точность взаимного расположения АНПА?

Пример задачи – навигация группы АНПА

Применение ГАНС с длинной базой

Возможность коррекции ИНС

Сколько нужно маяков?



Пример задачи – навигация группы АНПА

Скорость звука $\approx 1500\text{м/с}$

Нам нужно как минимум 3 буя

Сколько времени понадобится на обмен?

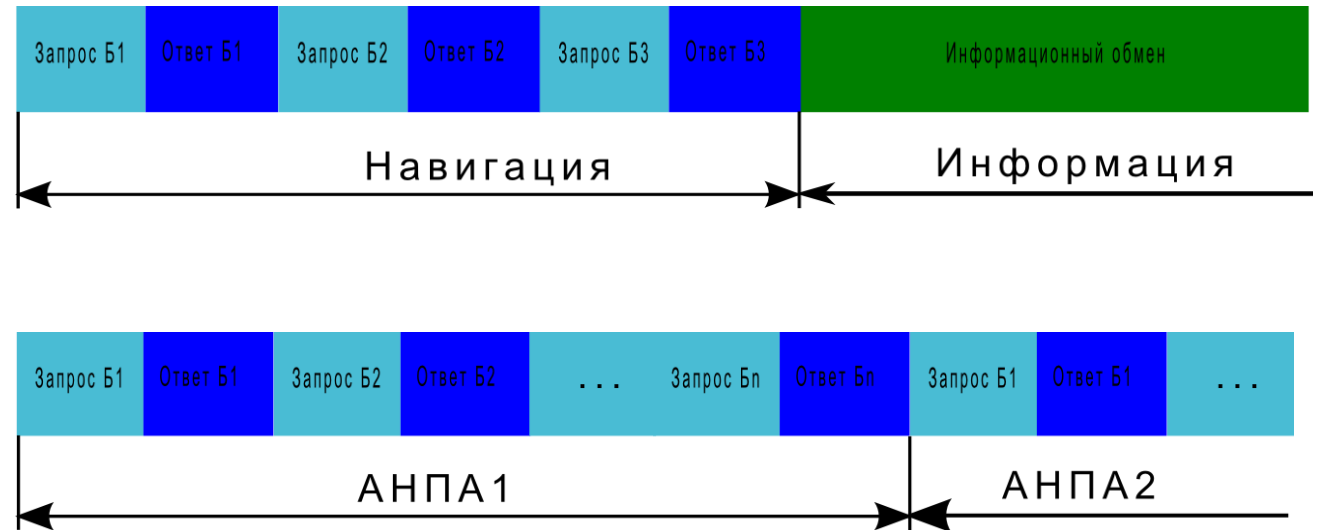
Бухта	Размеры	Ориентировочная площадь
Авачинская губа	12x8	70
Севастопольская бухта	2x1.2	2
Невская губа	15x15	200
Каспийск	20x5	100

Пример задачи – навигация группы АНПА

В случае схемы «запрос-ответ»

- Каждый АНПА посылает запрос
- Ждёт ответа
- Повторяет для каждого буя

Можно ли уменьшить затраты времени на навигацию?



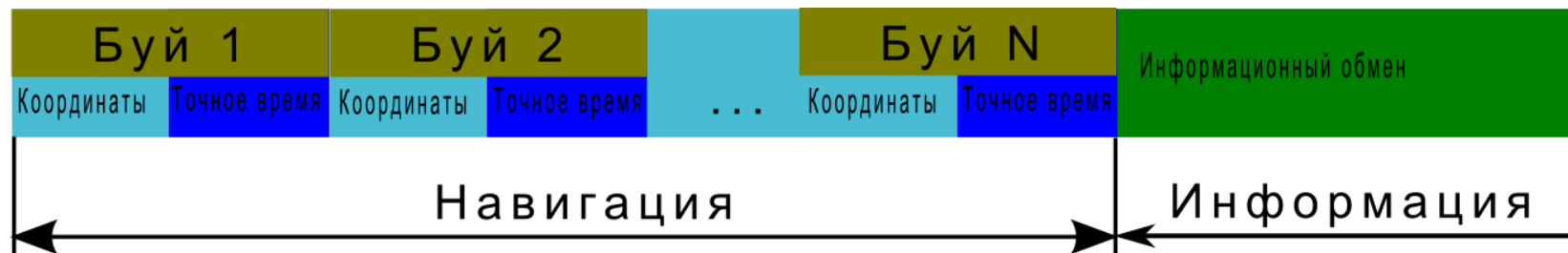
Пример задачи – навигация группы АНПА

Схема аналогичная GPS

- Запросы с АНПА не посылаются
- Маяки в фиксированные моменты сообщают точное время

- Осложнения

- Необходимо синхронизовать обмены
- Часы точного времени



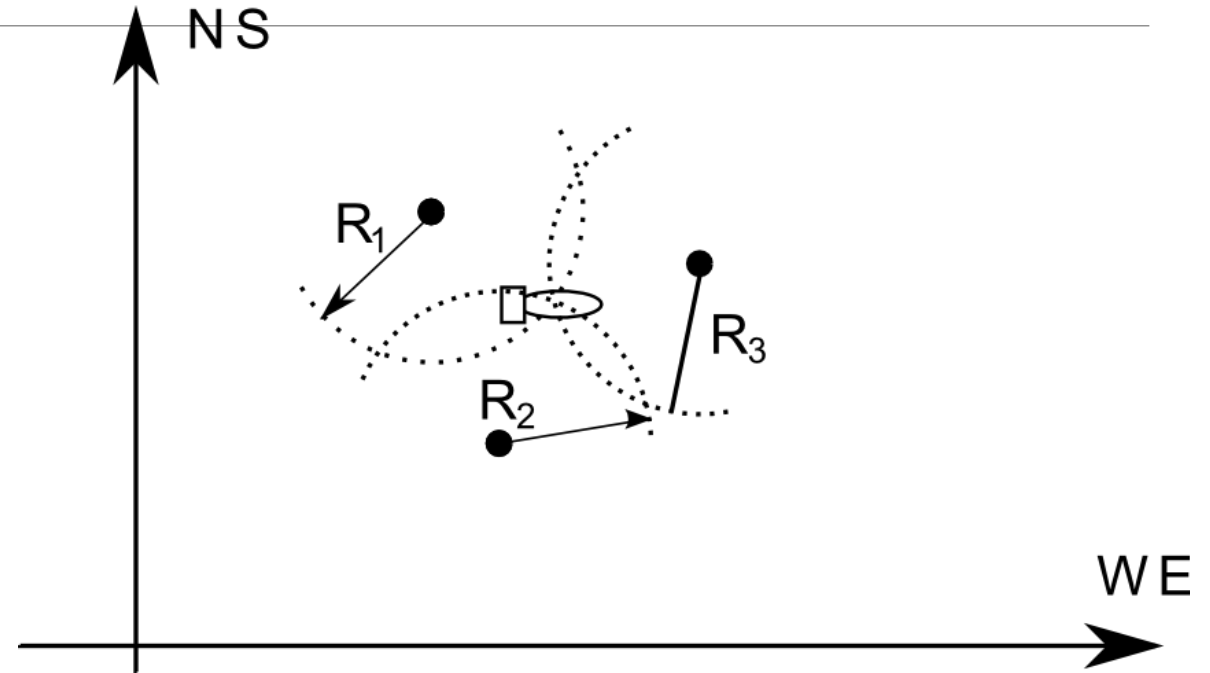
Пример задачи – навигация группы АНПА

У нас есть координаты

X_i, Y_i, t_i - 2 координаты и время получения посылки

t_0, v – собственное время АНПА и скорость звука в воде

Как определить собственные координаты X_0, Y_0 ?

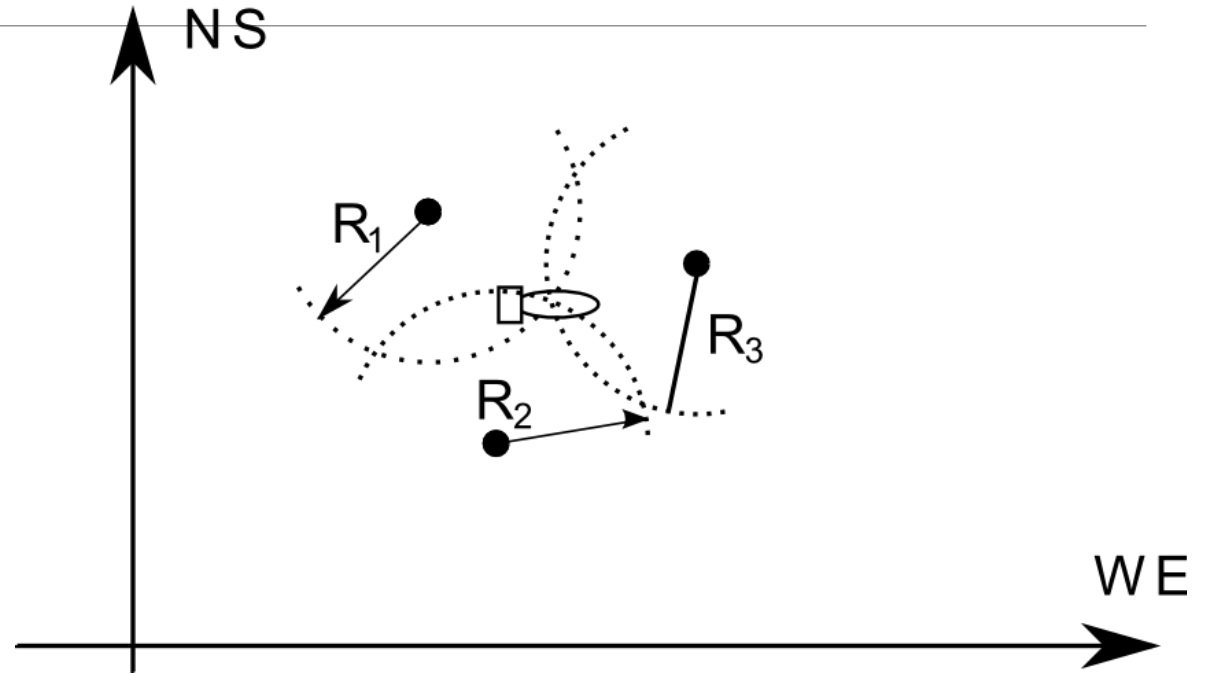


Пример задачи – навигация группы АНПА

$$R_i^2 = (x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 + (z_i - z_0)^2$$

Построим попарные разности

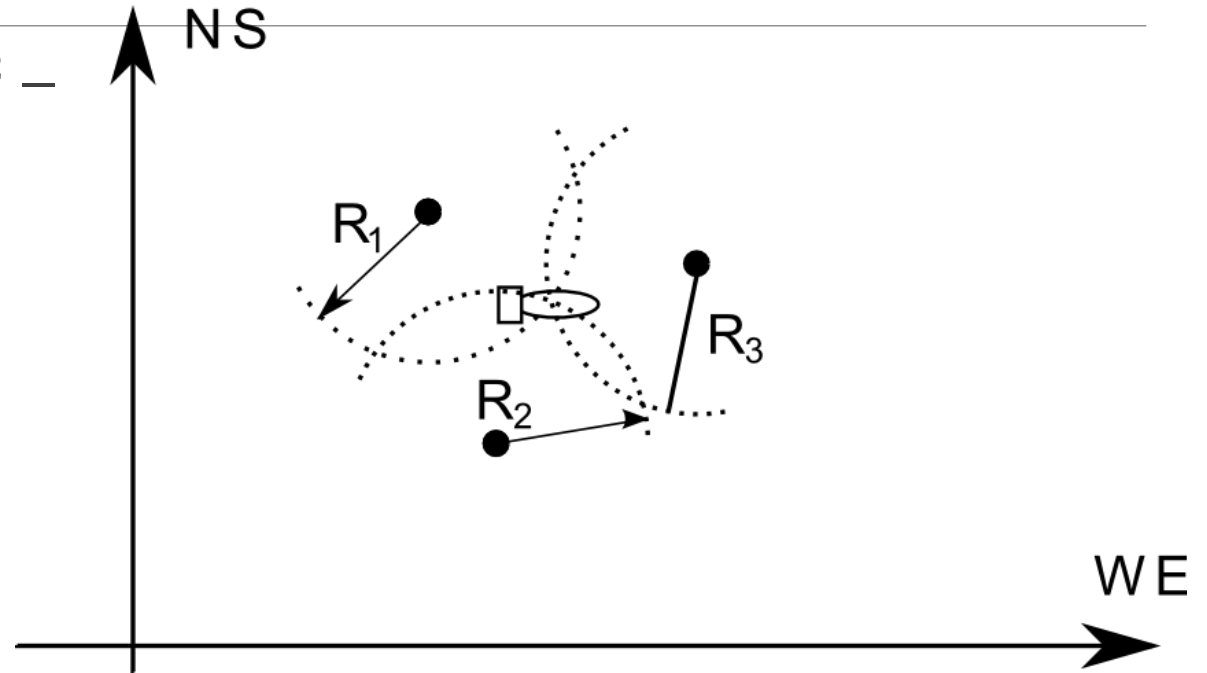
$$R_i^2 - R_j^2 = (x_i - x_0)^2 - (x_j - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 - (y_j - y_0)^2 + (z_i - z_0)^2 - (z_j - z_0)^2$$



Пример задачи – навигация группы АНПА

$$v^2(t_i^2 - t_j^2) = (x_i^2 - x_j^2) + 2x_0(x_i - x_j) + (y_i^2 - y_j^2) + 2y_0(y_i - y_j) + (z_i^2 - z_j^2) + 2z_0(z_i - z_j)$$

- Таких уравнений C_n^k
- Три неизвестных x_0, y_0, z_0
- Все остальные параметры - известны



Система линейных алгебраических уравнений

$$2x_0(x_i - x_j) + 2y_0(y_i - y_j) + 2z_0(z_i - z_j) = v^2(t_i^2 - t_j^2) - (x_i^2 - x_j^2) - (y_i^2 - y_j^2) - (z_i^2 - z_j^2),$$

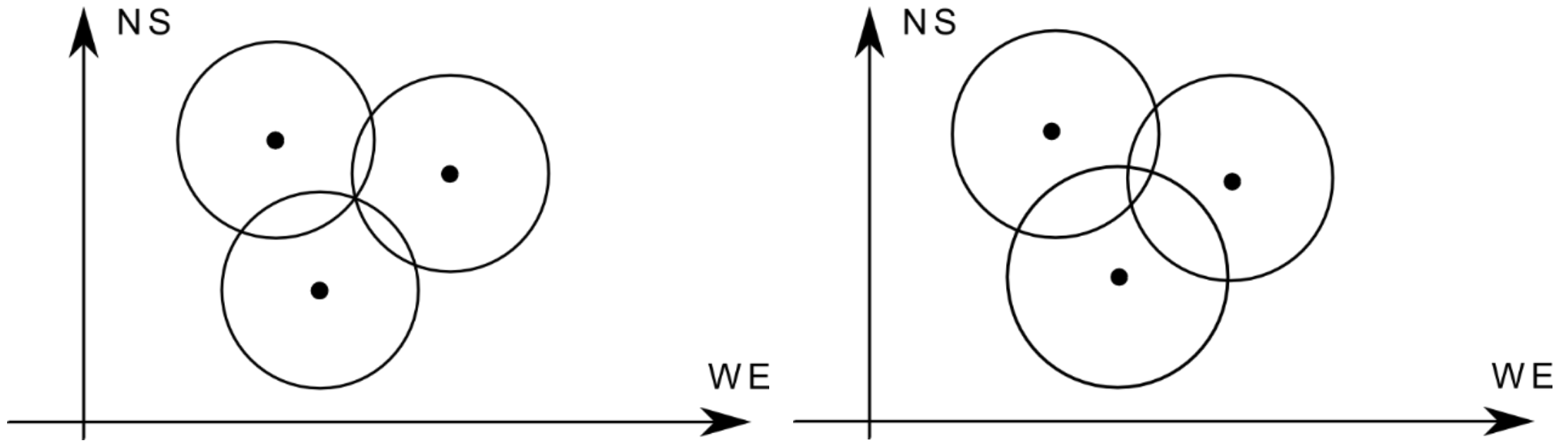
$$i, j = \overline{1, n}, \quad i \neq j$$

$$\begin{pmatrix} \dots & \dots & \dots \\ 2(x_i - x_j) & 2(y_i - y_j) & 2(z_i - z_j) \\ \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v^2(t_i^2 - t_j^2) - (x_i^2 - x_j^2) - (y_i^2 - y_j^2) - (z_i^2 - z_j^2) \\ \dots \end{pmatrix}$$

Система линейных алгебраических уравнений

Получаем систему из n уравнений для 3 переменных

Точного решения не существует



Система линейных алгебраических уравнений

Для решения используется метод наименьших квадратов (МНК)

Идея в минимизации нормы невязки

$$Ax = b$$

$$r = b - Ax \text{ - невязка}$$

$$\min r^2 = \min \sum_{i=1}^n r_i^2 = \min (b - Ax)^T (b - Ax)$$

$$A^T Ax = A^T b$$

– система из трёх уравнений с тремя переменными

Пример задачи – поиск люка комингс-площадки

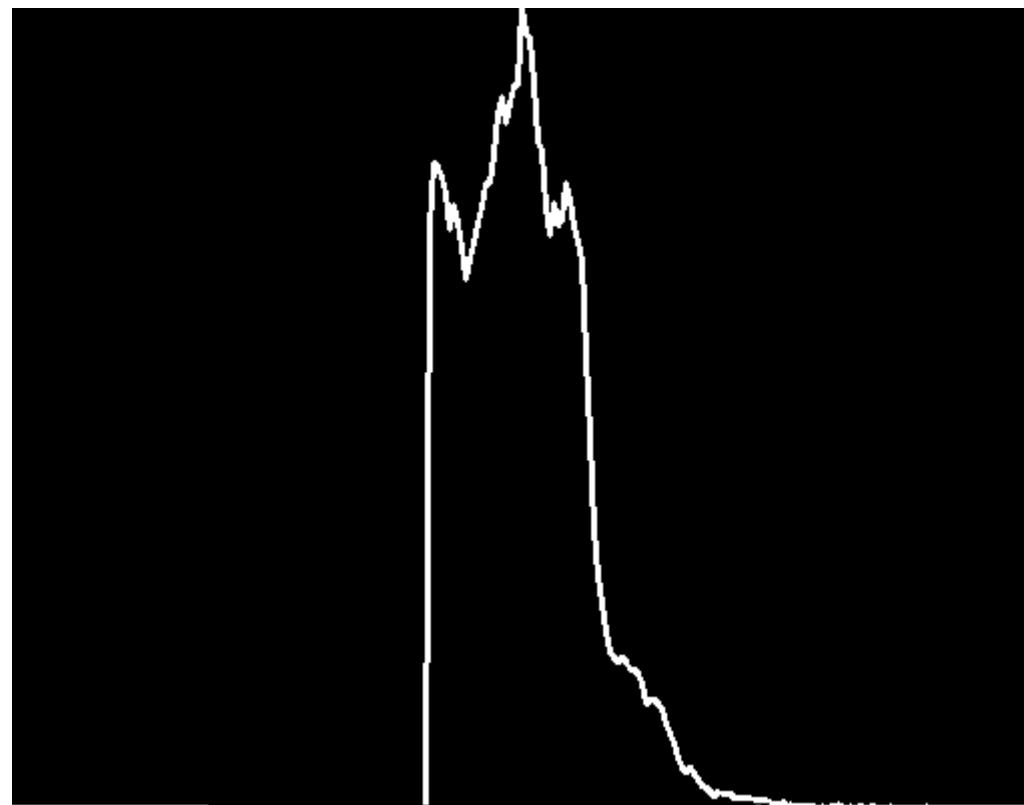
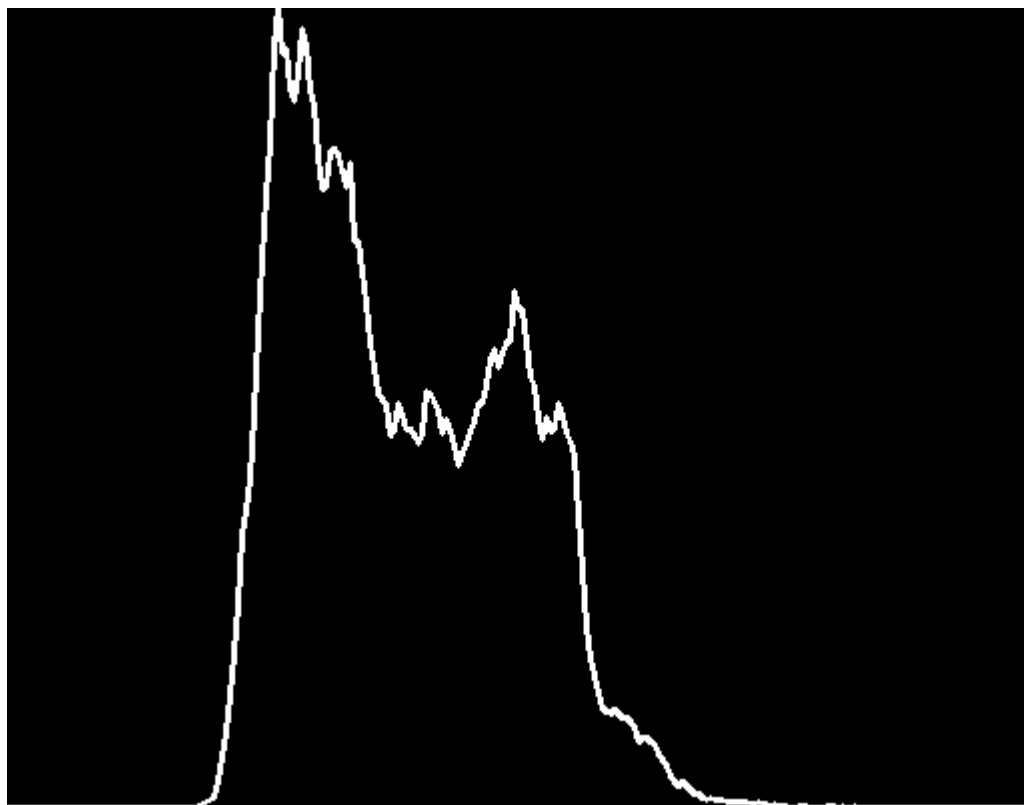


Пример задачи – поиск люка комингс-площадки

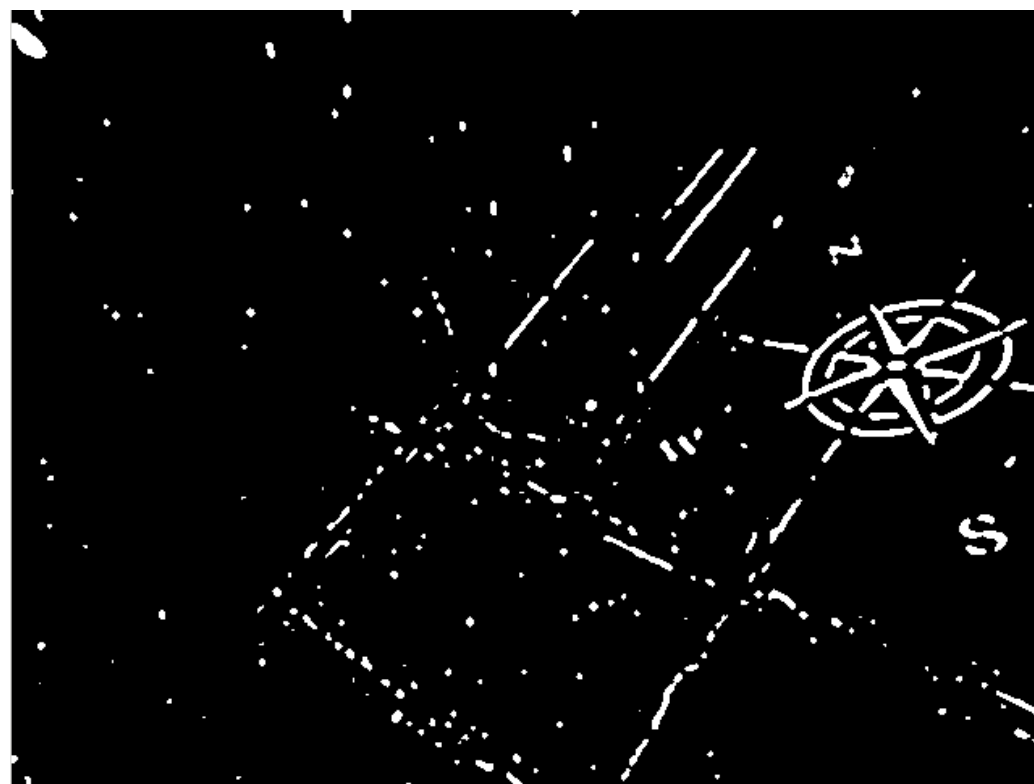


0	3	2	5	4	7	6	9	8
3	0	1	2	3	4	5	6	7
2	1	0	3	2	5	4	7	6
5	2	3	0	1	2	3	4	5
4	3	2	1	0	3	2	5	4
7	4	5	2	3	0	1	2	3
6	5	4	3	2	1	0	3	2
9	6	7	4	5	2	3	0	1
8	7	6	5	4	3	2	1	0

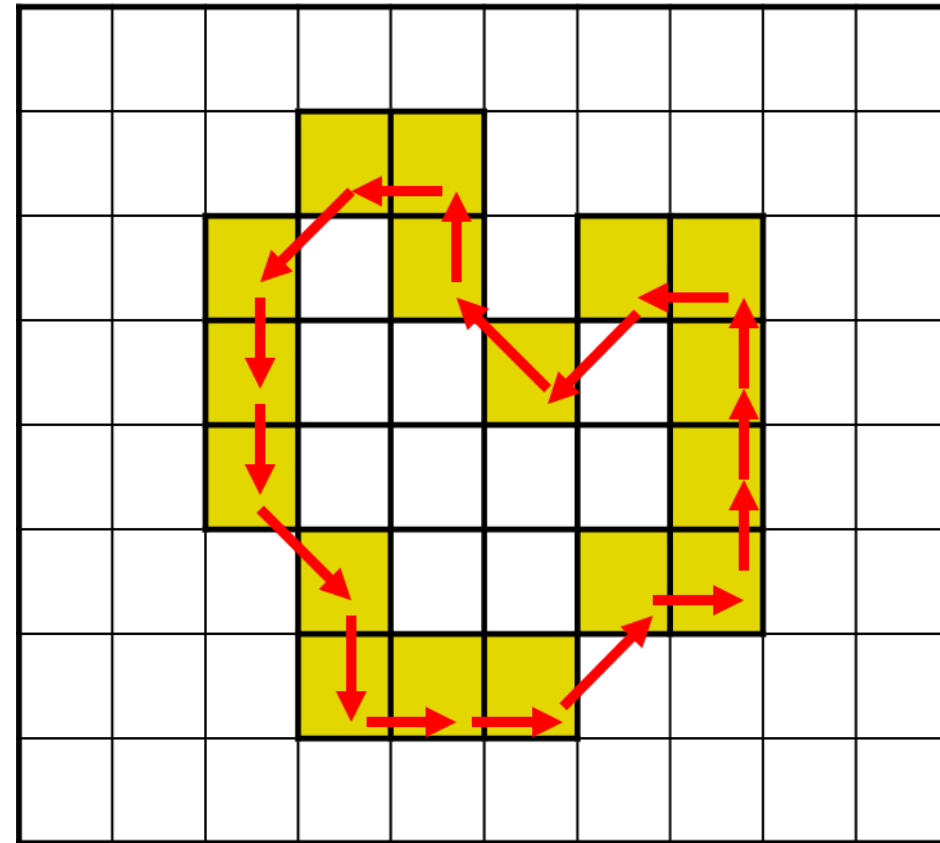
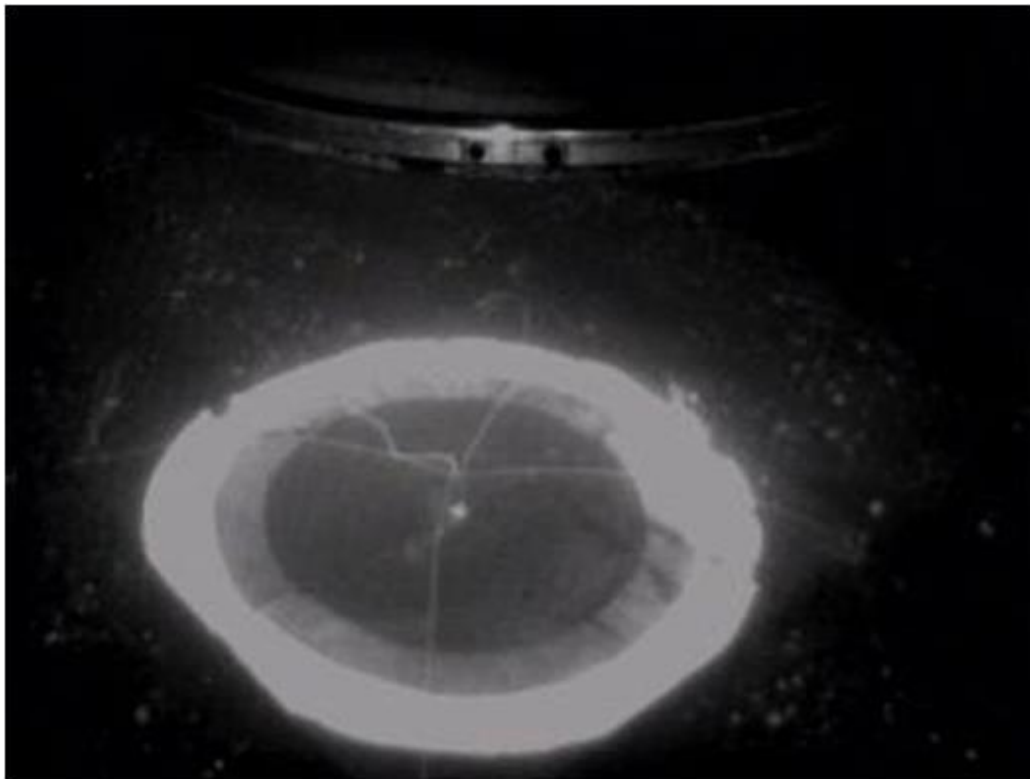
Поиск люка комингс-площадки бинаризация изображения



Поиск люка комингс-площадки бинаризация изображения



Поиск люка комингс-площадки – обход контура



Поиск люка комингс-площадки

После обработки мы получаем массив точек контура (x_i, y_i)

Нужно убедиться в том, что они представляют собой эллипс

Как это сделать?

Поиск люка комингс-площадки

Уравнение эллипса в общем виде

$$Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + 1 = 0$$

Такое уравнение справедливо для каждой (x_i, y_i)

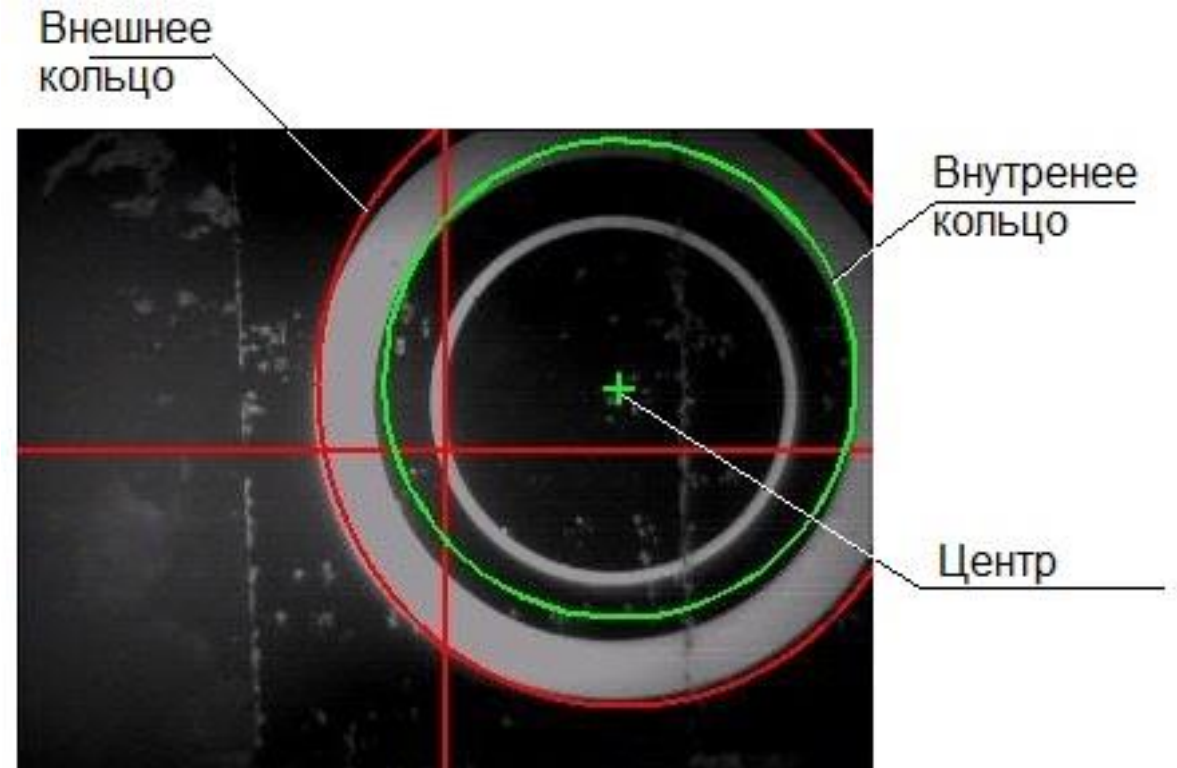
Получаем систему из i уравнений с 5 неизвестными – снова метод наименьших квадратов

Поиск люка — два контура

Почему два контура?

На самом деле — мы ищем кольцо, то есть фигуру, ограниченную двумя эллипсами

Кроме того, по одному внешнему эллипсу мы не сможем восстановить определить координаты



Поиск люка комингс-площадки - проекционные соотношения

Проекционные соотношения позволяют нам однозначно определить ориентацию кольца – как именно оно наклонено

